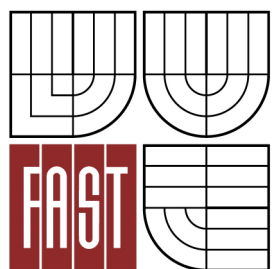




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

URČENÍ GEOTECHNICKÝCH A HYDROGEOLOGICKÝCH CHARAKTERISTIK VYBRANÝCH ZEMIN A STANOVENÍ JEJICH VHODNOSTI PRO ZALOŽENÍ STAVBY NA PŘÍKLADU LOKALITY V ČESKÉM MASIVU

DETERMINATION OF GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTIC OF
SOILS AND EVALUATION THEIR SUITABILITY FOR BUILDING CONSTRUCTION ON
SELECTED LOCALITY IN THE BOHEMIAN MASIVE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

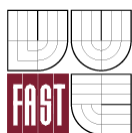
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

DOMINIK BLAHUT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Mgr. MICHAELA HALAVÍNOVÁ, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodních staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Dominik Blahut

Název Určení geotechnických a hydrogeologických charakteristik vybraných zemin a stanovení jejich vhodnosti pro založení stavby na příkladu lokality v Českém masivu

Vedoucí bakalářské práce Mgr. Michaela Halavínová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2014

Datum odevzdání bakalářské práce 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....
prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

ŠRÁČEK, O., KUCHOVSKÝ, T.: Základy hydrogeologie. Masarykova univerzita, Brno. 2003. 80-210-3146-8.

WEIGLOVÁ, K.: Mechanika zemin, Akademické nakladatelství CERM, Brno. 2007. 80-7204-507-5.

ZÁRUBA, Q., MENCL, V.: Inženýrská geologie, Academia, Praha. 1974. 104-21-852.

HORÁK, V.: Geotechnický průzkum, Modul M05. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, elektronická verze.

[http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/soubor geologických map](http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/soubor%20geologickych%20map), elektronická verze.

Zásady pro vypracování

Student provede rešerši hydrogeologických a inženýrskogeologických parametrů na vybrané lokalitě v Českém masivu, seznámí se také s hydrogeologickými a inženýrskogeologickými podmínkami okolí pro zjištění vhodnosti pro stavbu. V rešerši se bude zabývat geotechnickým průzkumem, hydraulickou vodivostí zemin a hornin, samotným horninovým a zemním prostředím spolu s jeho geologií a geomorfologií. Provede jednoduché práce odkryvné přímé – kopané a vrtné. Odvodí hydraulickou vodivost odebraných zemin z jejich křivek zrnitosti, její ověření provede jednoduchou vsakovací zkouškou.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Mgr. Michaela Halavínová, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je zhodnotit geotechnické a hydrogeologické charakteristiky lokality v Českém masívu. Prvním úkolem práce je rešeršní činnost popisu lokality a jejího přilehlého území. Dále se práce bude zabývat geotechnickým průzkumem, který bude stanoven z jednoduchých odkryvných prací přímých, zejména se bude jednat o vrtné sondy. Na závěr práce se z odebraných zemin provede zrnitostní zkouška, ze které se pomocí empirických vzorců odvodí hydraulická vodivost. Pro ověření hydraulické vodivosti se provede jednoduchá vsakovací zkouška a dojde k porovnání výsledků.

Klíčová slova

hydrogeologie, geotechnický průzkum, zrnitost, hydraulická vodivost, vsakování

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to evaluate the geotechnical and hydrogeological characteristics of the site in the Bohemian Masive. The first objective is search procedure a description of the site and it is adjacent areas. Futher work will be engaged in geotechnical survey that will be determined by simple dicest exposure work, especially it will be a drilling probes. At the conclusion of the collected soil carried grain size distribution test, which hydraulic conductivity derived by using empirical formulars. To verify the hydraulic conductivity is made simple infiltration test a will compare the results.

Keywords

hydrogeology, geotechnical survey, grain size distribution, hydraulic conductivity, infiltration

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Dominik Blahut *Určení geotechnických a hydrogeologických charakteristik vybraných zemin a stanovení jejich vhodnosti pro založení stavby na příkladu lokality v Českém masivu*. Brno, 2015. 46 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce Mgr. Michaela Halavínová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité zdroje.

V Brně dne 29.5.2015

.....

podpis autora

Dominik Blahut

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce Mgr. Michaele Halavínové Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Mé poděkování patří též mým přátelům za pomoc při měření v terénu.

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	10
2.1	DOSAVADNÍ PROZKOUMANOST	10
2.1.1	Vrtná prozkoumanost	10
2.1.2	Hydrogeologie	11
2.1.3	Sesuvy	11
2.1.4	Poddolovaná území	11
2.1.5	SURIS – surovinový informační subsystém.....	12
2.2	GEOMORFOLOGIE.....	12
2.2.1	Poloha a popis lokality	12
2.2.2	Přiřazení ke geomorfologické jednotce	13
2.2.3	Charakteristika pozemku.....	13
2.2.4	Základní hydrologická data.....	13
2.2.5	Klimatické poměry	13
2.3	GEOLOGICKÁ STAVBA ŠIRŠÍHO OKOLÍ.....	14
2.3.1	Přiřazení k regionálně geologické jednotce.....	14
2.3.2	Charakteristika přiřazené jednotky	15
2.4	HYDROGEOLOGIE	17
2.4.1	Propustnost horninového prostředí.....	17
2.4.2	Podzemní voda	17
2.5	GEODYNAMICKÉ JEVY	17
3	GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM	18
3.1	PODROBNÁ REKOGNOSKACE ZKOUMANÉHO ÚZEMÍ.....	18
3.2	ODKRYVNÉ PRÁCE.....	18
3.2.1	Vrtné práce	18
3.2.2	Kopné práce	21
3.3	MĚŘIČSKÉ PRÁCE	21
3.4	NEDÁVNÝ PRŮZKUM V BLÍZKOSTI LOKALITY	22
3.5	VLASTNÍ PRŮZKUM.....	23
4	ODVOZENÍ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI Z KŘIVKY ZRNITOSTI	33

4.1	ZRNITOST	33
4.2	SÍTOVÝ ROZBOR ZEMIN	33
4.3	HYDRAULICKÁ VODIVOST	34
4.4	VLASTNÍ MĚŘENÍ A ODVOZENÍ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI	34
4.4.1	Hazenův vztah.....	36
4.4.2	Slichterův vztah.....	37
4.4.3	Terzaghiho vztah.....	37
4.5	SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ	37
5	JEDNODUCHÁ VSAKOVACÍ ZKOUŠKA.....	38
5.1	DRUH ZEMINY	38
5.2	VLASTNÍ ZKOUŠKA	38
6	ZÁVĚR.....	40
7	POUŽITÁ LITERATURA	41
	SEZNAM TABULEK	43
	SEZNAM OBRÁZKŮ	44
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	45

1 ÚVOD

Cíle práce

Bakalářská práce je zaměřená na určení geotechnických a hydrogeologických charakteristik určených zemin na vybrané lokalitě v Českém masivu formou rešerše a také vlastní prací v terénu a částečně v laboratoři. Vybraná lokalita bude popsána z hlediska dosavadní prozkoumanosti, geomorfologie, geologické stavby širšího okolí, hydrogeologie a geodynamických jevů. Dále budou provedeny na určeném místě jednoduché odkryvné práce přímé, zejména vrtané sondy, ze kterých se budou moci popsat jednotlivé vzorky, určit jejich barva, geneze, konzistence a minerální složení. Posléze v práci rozeberu hydraulickou vodivost, hlavně stanovení koeficientu propustnosti. Hydraulická vodivost odebraných zemin se odvodí pomocí empirických vztahů z křivky zrnitosti. Křivka zrnitosti bude určena ze síťového rozboru zeminy. Nakonec se provede jednoduchá vsakovací zkouška, která bude orientačně sloužit pro porovnání koeficientu propustnosti.

Základní pojmy

Inženýrská geologie je disciplína zabývající se geologickými otázkami spojenými s potřebami stavebního inženýrství.[5] Do tohoto oboru bude náležet průzkum, který se v souvislosti s projektovaným dílem bude zabírat geologickou a tektonickou stavbou krajiny, petrografickou povahou hornin, jejich technickými vlastnostmi a současnými geodynamickými procesy v souvislosti.[2]

Geotechnický průzkum slouží k získání obrazu o složení základové půdy, ze kterého je tvořeno podzákladí stavby. Cílem geotechnického průzkumu je vyšetření inženýrskogeologických poměrů a stanovení vlastností základové půdy. Musí poskytnout veškeré údaje o základové půdě a režimu podzemní vody na staveništi nutné k řádnému popisu základních vlastností půdy.[1]

Hydrogeologie je geologický obor zabývající se především zajišťováním vodních zdrojů a problémy s tím spojených.[5] Dále se zabývá studiem podzemních vod a je součástí hydrologie, která se zabývá studiem všech terestrických vod, a proto se zabývá také částečně i povrchovými vodami a atmosférickými procesy.[3]

Český masiv náleží k části Evropy, která byla formována kadomskou orogenezí a výrazně přetvořena variskou orogenezí. Má blokovou stavbu, což znamená, že území je rozděleno hlubinnými zlomy (lineamenty) na dílčí části. Vývoj Českého masivu je dělen na etapy předplatformní a platformní.[6]

2 POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Jedná se o maximální využití údajů, které již byly v minulosti o dané lokalitě získány. Do tohoto průzkumu se řadí:

- šetření ohledně historie lokality,
- využití základního a aplikovaného geologického výzkumu,
- studium stávajících map,
- využití údajů uložených v archívu České geologické služby – Geofondu.[8]

2.1 DOSAVADNÍ PROZKOUMANOST

2.1.1 Vrtná prozkoumanost

Jde o čísla a názvy zpráv vrtů (tab. 1), které jsou v nejbližším okolí zkoumané oblasti (obr. 1).[4]

Tab. 1. Vrtná prozkoumanost[4]

Název objektu	Druh objektu	Lokalizace	Hl. [m]	Účel objektu	Geologický profil	Posudek č.
J-145	vrt svislý	zaměřený	25	inženýrsko-geologický	data nejsou v databázi ČGS	GF P065774
J-146B	vrt svislý	zaměřený	21	inženýrsko-geologický	data nejsou v databázi ČGS	GF P065774
J146C	vrt svislý	zaměřený	24	inženýrsko-geologický	data nejsou v databázi ČGS	GF P065774
SA-146	kopaná sonda	zaměřený	7.6	inženýrsko-geologický	data nejsou v databázi ČGS	GF P065774
J146A	vrt svislý	zaměřený	25	inženýrsko-geologický	data jsou v databázi ČGS	GF P065774
J-1002	vrt svislý	zaměřený	10.5	inženýrsko-geologický	data jsou v databázi ČGS	GF P095802
J-1001	vrt svislý	zaměřený	13	inženýrsko-geologický	data jsou v databázi ČGS	GF P095802
J-1	vrt svislý	nezaměřený	17	inženýrsko-geologický	data jsou v databázi ČGS	GF P130460
S-10	vrt svislý	nezaměřený	10	inženýrsko-geologický	data jsou v databázi ČGS	GF P028386
S-11	vrt svislý	nezaměřený	6	inženýrsko-geologický	data jsou v databázi ČGS	GF P028386
S-12	vrt svislý	nezaměřený	6	inženýrsko-geologický	data jsou v databázi ČGS	GF P028386
S-5	vrt svislý	nezaměřený	8	inženýrsko-geologický	data jsou v databázi ČGS	GF P063618
S-1	vrt svislý	nezaměřený	10.5	inženýrsko-geologický	data jsou v databázi ČGS	GF P063618



Obr. 1 Vrtná prozkoumanost 1:5000 – červeně označeno místo průzkumu[4]

2.1.2 Hydrogeologie

V dané lokalitě nebyly zjištěny žádné informace o dřívějším hydrogeologickém průzkumu.

2.1.3 Sesuvy

V posuzovaném území k žádnému sesuvu nedošlo, a tudíž jím přímo ohroženo není. Nejbližší sesuv byl v roce 1992 v Brně – Králově poli vzdáleném 1,8 km. Jednalo se o posudek číslo GF P075800, který byl klasifikován jako odval a stupeň aktivity měl potencionální.[4]

2.1.4 Poddolovaná území

Zkoumaná oblast v minulosti ohrožena poddolováním nebyla. Nejbližší poddolované území se nachází v Brně – Komíně vzdáleném 2,7 km od zkoumané oblasti. Základní těžená surovina zde byla měděná ruda. Šlo pouze o ojedinělé důlní dílo a poslední známý provoz je datován před rokem 1945.[4]

2.2.2 Přiřazení ke geomorfologické jednotce

Zkoumané území z geomorfologického hlediska patří do:

Systém Hercynský systém
Subsystém..... Hercynská pohoří
Provincie..... Česká vysočina
Subprovincie..... Českomoravská subprovincie
Oblast..... Brněnská vrchovina
Celek..... Bobravská vrchovina
Podcelek Řečkovicko-kuřimský prolom
Okrsek Řečkovický prolom

Jedná se o úzkou protáhlou sníženinu na severu Brna vzniklou ve vyvřelých horninách vyplněnou třetihorními sedimenty a spraší.[13]

2.2.3 Charakteristika pozemku

Místo mého průzkumu bylo provedeno na parcele číslo 839/72 v katastrálním území Medlánky. Parcela je umístěna na poli, tudíž druhem pozemku je orná půda. Příjezd k pozemku je možný po nově vybudované asfaltové komunikaci. Co se týče inženýrských sítí, tak žádné parcelou nevedou. Z hlediska morfologie terénu jde o velmi mírný svah. Nadmořská výška přímo v místě zkoušky je přibližně 270 m n. m.

2.2.4 Základní hydrologická data

V místě posuzované parcely se nenachází žádná vodní nádrž a neprotéká tudy ani žádný vodní tok. Ve vzdálenosti 150 m se nachází nově zbudovaná malá uměle vytvořená vodní nádrž, která plní estetickou funkci v blízkosti parku. Největším nejbližším vodním tokem je řeka Svratka, která je vzdálená 2,2 km.

2.2.5 Klimatické poměry

Zkoumaná oblast leží v mírném podnebném pásu, jako ostatně celá Česká republika. Průměrná roční teplota se zde pohybuje okolo 9 °C. Průměrné letní teploty se pohybují okolo 18 °C a průměrné zimní teploty se pohybují okolo 1 °C. Průměrný roční úhrn srážek je v této oblasti 485 mm·m⁻². [11]

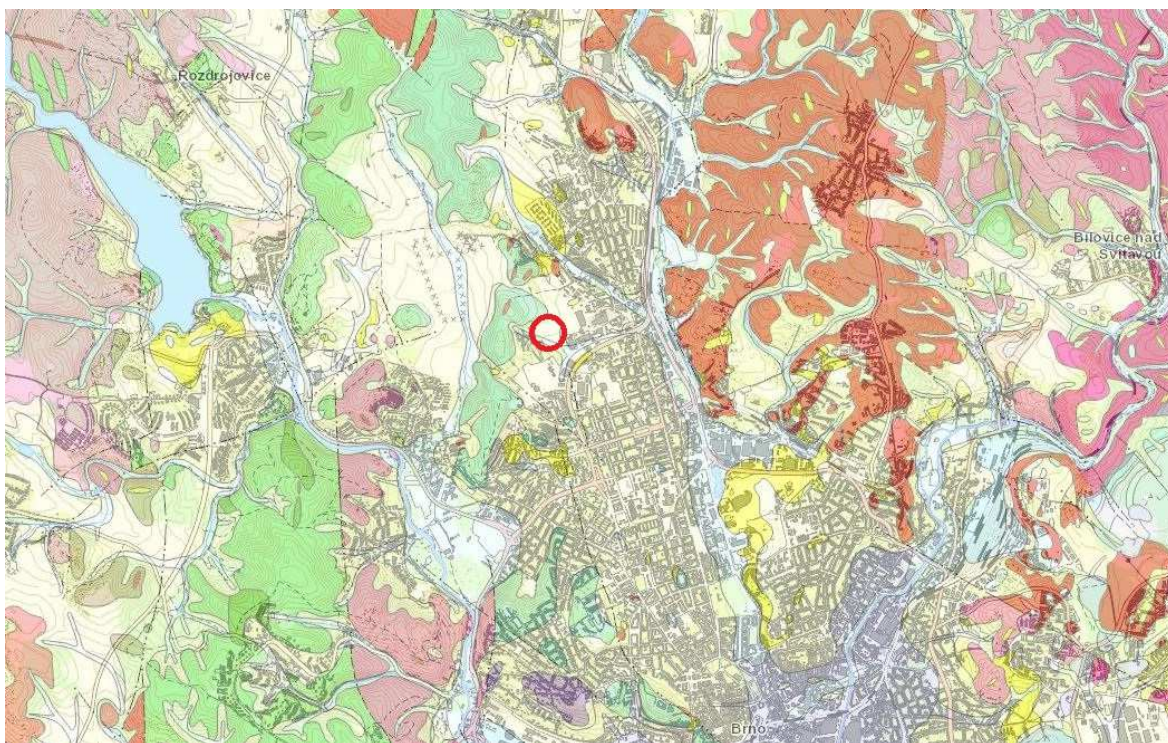
2.3 GEOLOGICKÁ STAVBA ŠIRŠÍHO OKOLÍ

„Na území České republiky zasahují dvě základní geologické jednotky, které jsou nedílnou součástí daleko větších geologických struktur, tvořících základ geologické stavby Evropy.“[6] Jsou to:

- Český masiv (má blokovou stavbu),
- Západní Karpaty (mají příkrovovou stavbu).[6]

2.3.1 Přiřazení k regionálně geologické jednotce

Jak je již v názvu práce zmíněno, lokalita se nachází v Českém masivu, Moravsko-slezské oblasti a její dílčí jednotce brunovistuliku, která na povrch vystupuje jako brněnský masiv.[6]



Obr. 3 Geologická mapa 1:50 000 – červeně vyznačeno místo průzkumu[4]

brněnský masiv

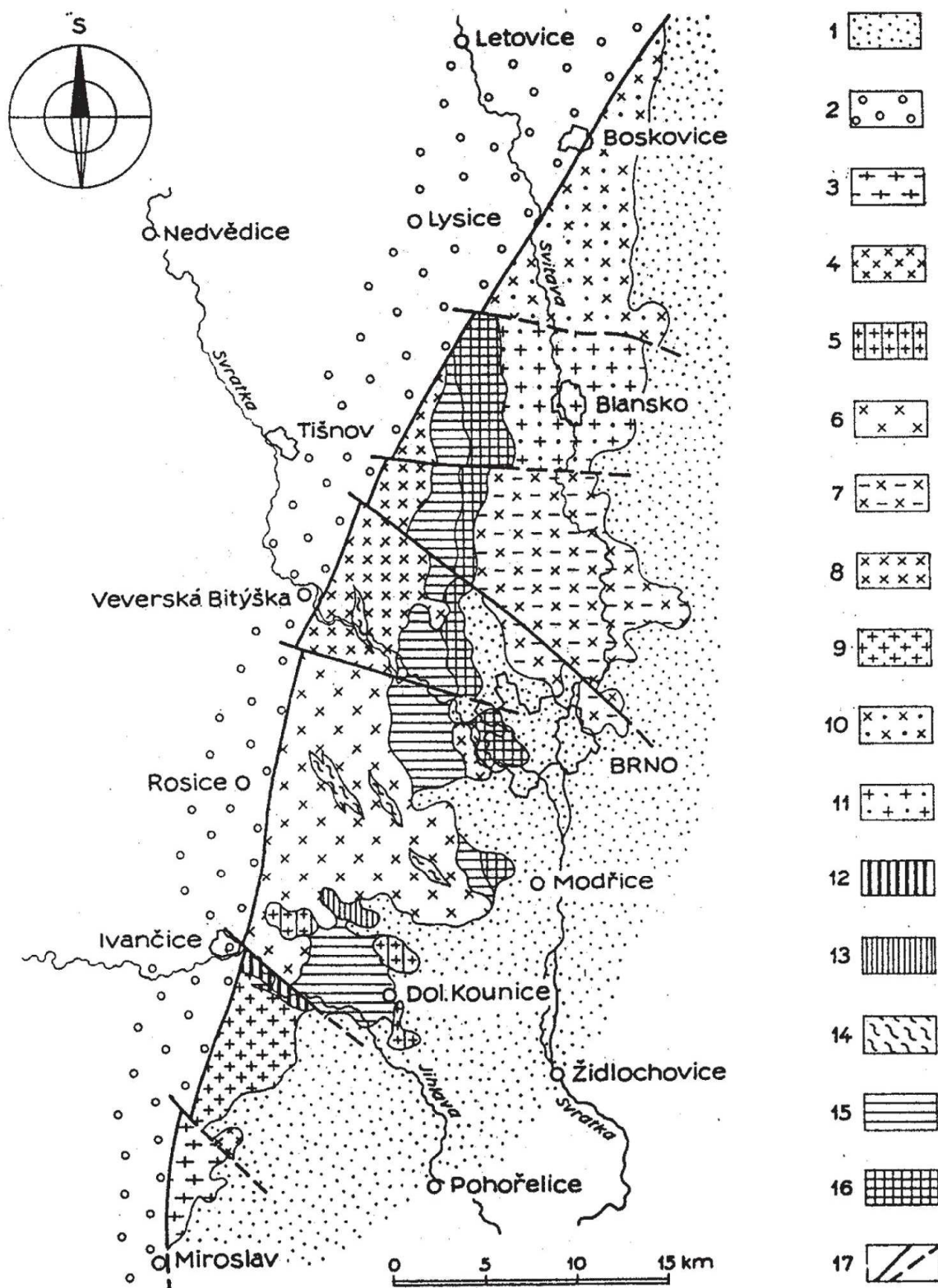
	šedý, biotitický granodiorit
	biotit-amfibolický diorit, křemenný diorit
	metabazalt, zelená břidlice
	biotitický granodiorit až tonalit
	biotitický granodiorit
	šedý, načervenalý biotitický granodiorit
	granitový porfyr
	amfibol biotitický granodiorit
	migmatizovaná biotitická pararula až migmatit, místy s amfibolem
	ultramafit, serpentinit
	aplit, pegmatit
	granodioritový, dioritový porfyr
	biotitický až amfibol biotitický granodiorit
	biotitický až leukokratní granit

Obr. 4 Legenda ke geologické mapě[4]

2.3.2 Charakteristika přiřazené jednotky

„Je to velká krystalinická jednotka tvořená převážně hlubinnými magmatickými horninami a částečně metamorfity, která se nachází v podloží téměř celé Moravy a Slezska. Z větší části je zakryta sedimentárními horninami. Na východ se brunovistulikum noří pod karpatské příkopy a jeho východní okraj není znám. Na povrch vystupuje jako brněnský masív a drobná tělesa granitoidů v okolí Olomouce.“[6]

Brněnský masív je trojúhelníkové těleso protažené severojižním směrem (obr. 5). Jeho hlavním horninovým typem je granodiorit. Západní a východní část masívu rozděluje úzká zóna metamorfovaných bazických hornin (metabazitů) severojižního směru. [6]



Obr. 5 Brněnský masív a přilehlé jednotky: 1 – neogén karpatské předhlubně, 2 – permokarbon boskovické brázdy, 3 až 13 – různé typy granitoidů brněnského masívu, 14 – metamorfity, 15 a 16 – metabazitová zóna, 17 – zlomy[6]

Nejspodnější podklad je tvořen na východě převážně načervenalým biotitickým granodioritem a na západě zejména biotitickým granodioritem až tonalitem neoproterozoického stáří, dále pak biotiticko-amfibolickým dioritem a křemenným dioritem a v neposlední řadě také metabazitem a zelenou břidlicí.[9]

Neoproterozoický podklad je dále překryt horninami svrchního devonu, které se nachází severovýchodním směrem. Jde o jednotku devonských vápenců, které tvoří Moravský kras. Z jihu je podklad překryt horninami spodního devonu, jehož složení odpovídá arkózám a slepencům. Jedná se o bazální a klastické sedimenty s drobnou až střední zrnitostí.[9]

Neogenní podklad nacházející se na vrstvách devonu je tvořen zejména nezpevněnými sedimenty holocenního, pleistocenního a miocenního stáří. Nejrozsáhlejší jednotkou tohoto podkladu jsou paleogenní sedimenty, jako je spraš a hlína, které se hojně vyskytují v celém okolí oblasti. Tahle spraš obsahuje křemen, příměsi a kalcit. V menším množství se západně od posuzované lokality vyskytují také vápnitě jíly, které místy obsahují polohy písků. V okolí se ještě v malé míře vyskytují jednotky smíšených sedimentů, písčitohlinité až hlinitopísčité sedimenty, kamenité až hlinitokamenité sedimenty, písky a štěrky.[9]

2.4 HYDROGEOLOGIE

2.4.1 Propustnost horninového prostředí

„Jedná se o schopnost pórovitého prostředí propouštět tekutinu vlivem hydraulického gradientu. Propustnost se vyjadřuje koeficientem propustnosti, který není závislý na vlastnostech proudící tekutiny v hornině a koeficientem filtrace, který je pro různé tekutiny, mění se s teplotou a hustotou tekutin.“[5] Podle toho jak podzemní voda prostupuje horninami, byla rozeznána propustnost průlinová, která se vyznačuje písčitou a štěrkovitou zeminou, pískevci a eluvii skalních hornin.[5]

2.4.2 Podzemní voda

Z průzkumu mezi místními obyvateli přilehlého okolí byla zjištěna hladina podzemní vody okolo 5 m pod povrchem. Hladina podzemní vody mírně kolísá podle množství spadlých dešťových srážek. Podzemní voda je tvrdá a není agresivní.[4]

2.5 GEODYNAMICKÉ JEVY

Zkoumaná lokalita neleží v geologické struktuře příznivé pro vznik svahových pohybů. Svah, na kterém se nachází stavební parcela, je velice mírný, není v pohybu a je stabilní. Pozemek se nenachází ani v místě, které by bylo vhodné pro erozní činnost. V určeném místě bychom se neměli setkat s krasovými jevy, ani se zemětřesením.

3 GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM

3.1 PODROBNÁ REKOGNOSKACE ZKOUMANÉHO ÚZEMÍ

Nejlépe osobní obchůzkou, prohlídkou a pozorováním přímo v terénu je možno komplexně zachytit charakter místa a získat přehled o stávajících vazbách na okolí. Pokud jde o vážnější zásah do životního prostředí je terénní prohlídka jeden z nejdůležitějších faktorů. Je také nutností také je studovat zjevné i skryté inženýrské sítě a vedení, a ty pak porovnat s údaji, jež jsou uvedeny v situacích a mapách.[8]

3.2 ODKRYVNÉ PRÁCE

Odkryvné práce nám umožňují přímé pozorování úložných poměrů vrstev, jejich vzhledu, stavu a chování, jimiž se posuzují geologické skladby a fyzikálně-mechanické vlastnosti zemin a hornin. V některých případech to může umožnit příroda na přirozených odkryvech, jako jsou například nárazové oblouky vodních toků nebo stěny erozních rýh. Dále se může jednat o odkryvy umělé (stěny lomů, komunikační zářezy, stavební výkopy), které ale většinou nestačí k plnohodnotnému geotechnickému průzkumu. Z tohoto důvodu se zřizují řízené umělé odkryvy, které se dělí na přímé a nepřímé. Mezi přímé odkryvné práce patří práce kopané a vrtané – bářské. Mezi nepřímé odkryvné práce patří penetrační sondování, kdy pod povrch terénu nahlédneme zprostředkovaně pomocí smluvní sondy zaháněné do podloží smluvním způsobem s měřením odporu proti vniku.[8]

3.2.1 Vrtné práce

Vrtané příruční sondy slouží pro průzkum malého až velmi malého rozsahu. K účelům inženýrskogeologického průzkumu se provádějí sondy pomocí různého nářadí, od jednoduchých ručních souprav až do velmi důmyslného strojního zařízení. Pro hloubení mělkých vrtů asi do hloubky 20 m se užívá točivé vrtání za sucha. Pro středně hluboké vrty do hloubky asi 300 m je využito strojní nárazové a rotační jádrové vrtání s výplachem. Ve výjimečných případech se při průzkumu mohou vyskytnout i hlubší vrty.[2]

Točivé vrtání za sucha se provádí pomocí vrtných souprav. V mé práci je možné se setkat s těmito příručními vrtnými soupravami:

- příruční souprava G10,
- ruční vrtná souprava S-200 DCP.

Příruční souprava G10 sestává ze spirálového vrtáku o průměru 60 mm (obr. 6), vrtných tyčí délky po 1 m a vratidla (obr. 7), které umožňuje rotaci nářadí za současného svislého přítlaču. Co se týče spirálového vrtáku, je vyroben ze silného ocelového plechu ve tvaru

spirály s různou strmostí závitů. Břit bývá upraven na celou šířku vrtáku a uprostřed je vykovan vodící hrot. Hloubka vrtu záleží podle počtu vrtných tyčí a podle typu a stavu zeminy v podloží. V některých případech lze dosáhnout hloubky sondy až 4 m. Maximální zrno zeminy nesmí být menší, než je stoupání zeminy. Jedná se o fyzicky náročnou práci (zavrtávání, těžení návrtu) vhodnou zejména pro muže. Tato souprava pochází z Ruska, v České republice je využíváno větší množství těchto starších souprav.[8]



Obr. 6 Vrtná souprava G10 – spirálový vrták



Obr. 7 Souprava G10 - vratidlo

Ruční vrtná souprava S-200 DCP (obr. 8) je konstrukcí podobná soupravě G10 s tím rozdílem, že namísto vrtáku má tato souprava vrtnou lžicovou komoru. Lžicový vrták je dutý válec ze silného ocelového plechu proříznutý po délce, naspod otevřený a opatřený zahnutým břitem. Břit slouží k rozpojení a zadržení navrtané horniny ve vrtáku. Se soupravou se také vrtá rotačně a množství vynesného vzorku je pro laboratorní zkoušky dostačující, ale daleko hůře se z komory vzorek odebírá. Tato souprava pochází z USA, je vyrobena z hliníku a tím pádem je její manipulace daleko jednodušší než u soupravy G10.[8]



Obr. 8 Ruční vrtná souprava S-200 DCP s vrtnou lžicovou komorou

3.2.2 Kopné práce

U těchto odkryvů se jedná o jejich přístupnosti pro dokumentátora s možností pozorovat horniny ve stěnách díla, odebírat vzorky, přímo testovat mechanické vlastnosti hornin polními zkouškami a popřípadě sledovat odolnost vrstev proti vlivu povětrnostních podmínek. Mezi nejpoužívanější kopné práce se používá kopaná sonda, která mívá buďto obdélníkový nebo čtvercový půdorys tak, aby byla možnost provedení bezpečného hloubení a zároveň bezpečná a spolehlivá dokumentace. Při hloubení hlubších sond (více než 1,5 m) je nutností sondu zapažit. Hloubení těchto sond může být provedeno manuálně nebo pomocí mechanizace. Mezi další kopné práce se řadí šachtice širokého profilu, která je charakterizována jako vertikální dílo s převažující hloubkou velice podobné kopané sondě. Ostatní kopné práce mohou být rýha, štola, popřípadě výlom.[8]

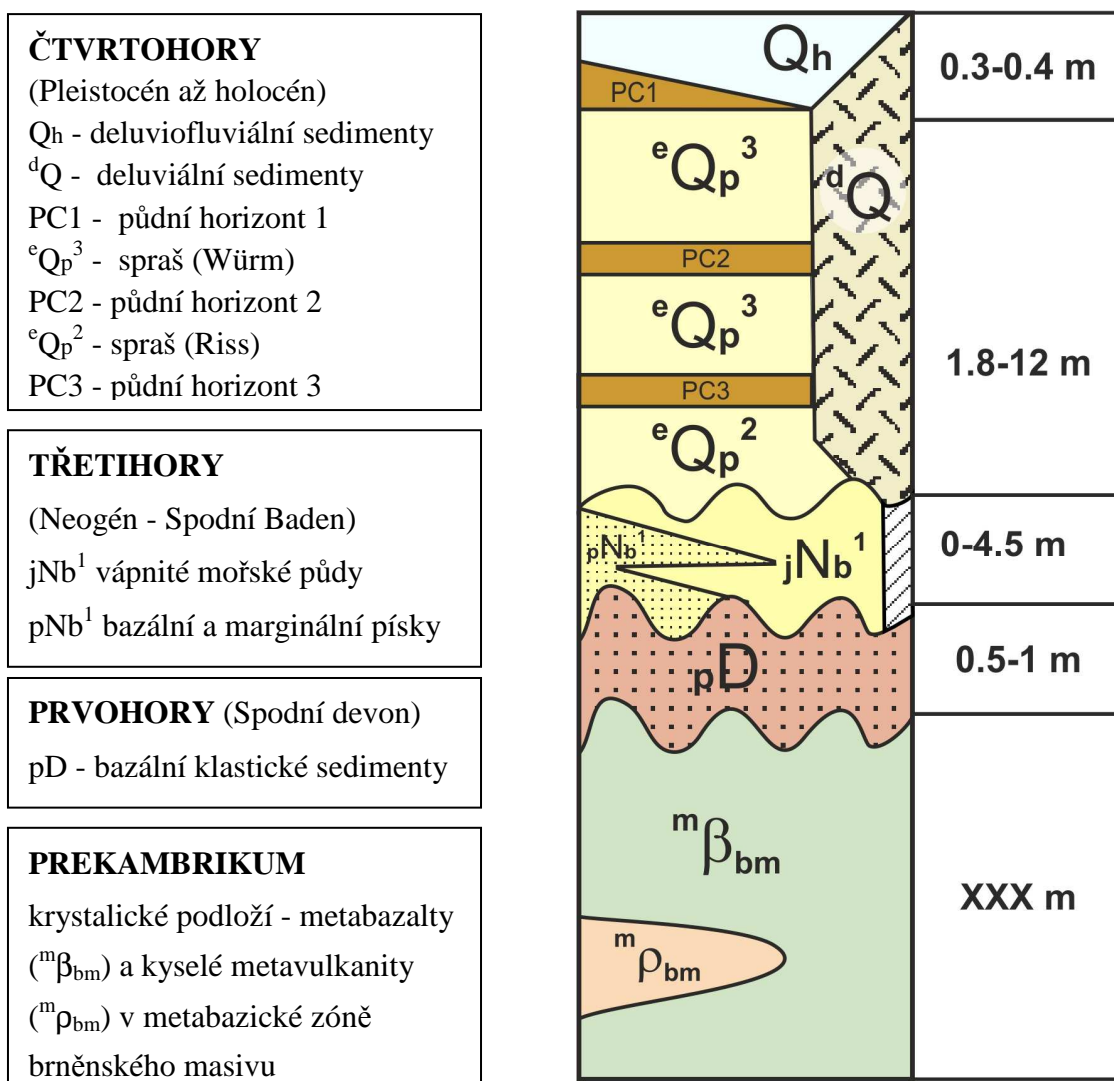
3.3 MĚŘIČSKÉ PRÁCE

Každé průzkumné dílo by mělo být včas a přesně polohově a výškově zaměřeno, jinak by měření mělo je velmi omezený význam. Polohové měření se provádí v systému JTSK se souřadnicemi x a y . Výškové zaměření se udává nadmořskou výškou. U místně,

objemově a časově omezených průzkumů lze provést polohové zaměření průzkumného díla vztažením ke stávajícím objektům a výškové zaměření odečtem ze situace. V dnešní době se používá k zaměření vrtu technologie GPS.[8]

3.4 NEDÁVNÝ PRŮZKUM V BLÍZKOSTI LOKALITY

V blízkosti mé hodnocené lokality byl v nedávné době vyhotoven Lukášem Krmíčkem z dostupných údajů inženýrsko-geologický řez (konkrétně stratigrafický sloupec, obr. 9) z důvodu výstavby centra AdMaS. Jedná se o moderní centrum vědy a komplexní výzkumné instituce v oblasti stavebnictví, která je součástí Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně. Tento průzkum by mi měl sloužit jako předběžná ilustrace mého vlastního průzkumu, co v dané lokalitě očekávat.[14]



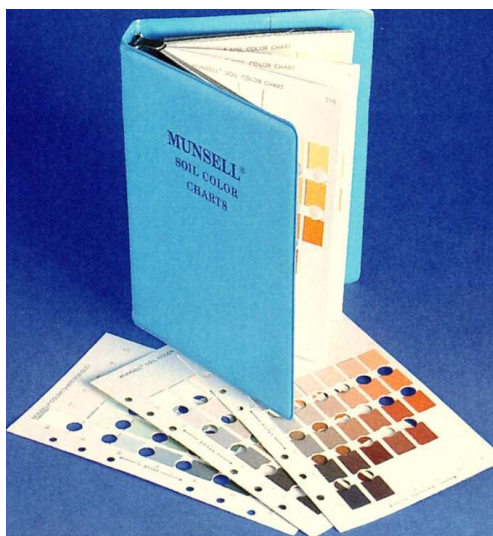
Obr. 9 Stratigrafický sloupec

3.5 VLASTNÍ PRŮZKUM

V rámci geotechnického průzkumu jsem provedl osm vrtných sond. Sondy jsou od sebe vzdáleny zhruba po dvou metrech v řadě za sebou. Jednotlivé sondy byly polohově (v systému JTSK) a výškově (nadmořskou výškou) zaměřeny. Na vrtání jsem použil jednak příruční soupravu G10, tak i ruční vrtnou soupravu S-200 DCP. Americkou soupravu S-200 DCP jsem použil na vrtání v nízkých hloubkách, oproti tomu souprava G10 z Ruska měla výhodu snazšího vrtání v hloubce větší než 1 m, a také kvůli lepší rozpojitelosti zeminy od vrtáku. Jak bývá zvykem, vrty se mají popisovat hned na místě, protože se mění jejich konzistence a barva. Proto jsem také ihned na místě popsal jejich barvu (obr. 11) a konzistenci (tab. 2). Poloporušené vzorky jsem poté umístil do nepropustných sáčků (obr. 10). Později za pomoci školitele jsem určil typ zeminy, genezi neboli původ, některé viditelné minerály a možnost reakce s kyselinou chlorovodíkovou, což značilo přítomnost uhlíkatů. Všechny údaje se musely vyhodnotit na základě správného a metodického makroskopického popisu, který se nejčastěji provádí do příslušných tabulek (tab. 3-10):



Obr. 10 Poloporušené vzorky v nepropustných sáčcích



Obr. 11 Vzorkovník pro určování barvy zeminy[8]

Tab. 2 Konzistence zemin[8]

Konzistence	Stupeň konzistence I_C	Symbol	Terénní hodnocení chování zeminy
Tvrdá	-	K1	Křehce, prsty se nedá tvarovat, třeba ji rozbít kladivem, zpravidla vysušená
Pevná	> 1	K2	Prsty se velmi těžce tvaruje, nelze vyvážet válečky Ø 3 mm. Drobí se, nedá se hníst, lze vtisknout nehet
Tuhá	$0,5 \div 1$	K3	Chová se pružně-plasticky, lze vyvážet válečky Ø 3 mm, ty se netrhají a nedrobí
Měkká	$0,05 \div 0,5$	K4	Chová se plasticky, v prstech se lehce tvaruje hnětením
Kašovitá	$< 0,05$	K5	Při stisknutí se v dlani vytlačuje mezi prsty

Tab. 3 Vrtaná sonda S1 – makroskopický popis

Sonda číslo: **S1**
 Typ soupravy: S-200 DCP, G10
 Zpracoval: Dominik Blahut
 Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.
 Kóta terénu: 470.00 m n.m.
 Souřadnice JTSK: y -1156397.464
 x -600206.683
 Hloubeno dne: 27.3.2015 v 10:00
 Hladina podzemní vody: nezastižena

Jednotlivé návrtky nebo litologická rozhraní

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0.00	0.25	Hlína humózní - ornice, černošedá 3/1, deluviální, konzistence K2, zbytky kořínků a rostlin

0.25	0.40	Hlína humózní - ornice, tmavě šedá 4/1, deluviální, konzistence K2, přítomnost muskovitu (světlé slídy), větší množství jílových minerálů než v předchozí vrstvě
0.40	0.50	Hlína humózní - ornice, tmavě šedá 4/1, deluviální, konzistence K1
0.50	0.65	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K1, geneze deluviální, přítomnost uhličitánů CaCO_3 , obsahuje několik zrn dioritu, metabazitu (horniny brněnského masivu)
0.65	0.80	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
0.80	1.00	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
1.00	1.15	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K3-4, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
1.15	1.35	Jílovitá hnědozem - tmavě šedá 4/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.35	1.50	Jílovitá hnědozem - tmavě šedá 4/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.50	1.70	Jílovitá hnědozem, černošedá 3/1, geneze deluviální, konzistence K3, více organických složek
1.70	1.90	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
1.90	2.10	Sprašová hlína - tmavě šedohnědá 3/2, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.10	2.30	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.30	2.50	Sprašová hlína - tmavě šedohnědá 3/2, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.50	2.70	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.70	2.95	Sprašová hlína - černá 2.5/1, konzistence K3-4, geneze deluviální, organogenní, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3 , větší množství organických látek
2.95	3.10	Sprašová hlína - černá 2.5/1, konzistence K3, geneze deluviální, organogenní, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3 , větší množství organických látek
3.10	3.30	Spraš - žlutohnědá 5/4 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsah uhličitánů CaCO_3
3.30	3.50	Spraš - hnědá 5/3 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsah uhličitánů CaCO_3
3.50	3.70	Spraš - hnědožlutá 6/6 10YR, konzistence K3, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsah uhličitánů CaCO_3

Vrt ukončen ve 3.70 m.

Dokumentoval 27.3.2015 Dominik Blahut a Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.

Tab. 4 Vrtaná sonda S2 – makroskopický popis

Sonda číslo: **S2**
 Typ soupravy: S-200 DCP, G10
 Zpracoval: Dominik Blahut
 Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.
 Kóta terénu: 470.10 m n.m.
 Souřadnice JTSK: y -1156381.366
 x -6000194.019
 Hloubeno dne: 27.3.2015 ve 12:00
 Hladina podzemní vody: nezastižena

Jednotlivé návrty nebo litologická rozhraní

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0.00	0.25	Hlína humózní - ornice, černošedá 3/1, deluviální, konzistence K2, zbytky kořínků a rostlin
0.25	0.45	Hlína humózní - ornice, šedohnědá 5/2, deluviální, konzistence K2, přítomnost muskovitu, větší množství jílových minerálů
0.50	0.70	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
0.70	0.90	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
0.90	1.10	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K3-4, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
1.10	1.35	Jílovitá hnědozem - tmavě šedá 4/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.35	1.60	Jílovitá hnědozem - černošedá 3/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.60	1.85	Jílovitá hnědozem - tmavě šedohnědá 3/2, geneze deluviální, konzistence K4, více organických složek
1.85	2.05	Sprašová hlína - tmavě šedohnědá 3/2, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.05	2.25	Sprašová hlína - tmavě šedohnědá 3/2, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.25	2.55	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.55	2.80	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.80	3.05	Spraš - žlutohnědá 5/4 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsah uhličitánů CaCO_3
3.05	3.40	Spraš - hnědá 5/3 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsah uhličitánů CaCO_3

Vrt ukončen ve 3.40 m.

Dokumentoval 27.3.2015 Dominik Blahut a Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.

Tab. 5 Vrtaná sonda S3 – makroskopický popis

Sonda číslo: **S3**
 Typ soupravy: S-200 DCP, G10
 Zpracoval: Dominik Blahut
 Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.
 Kóta terénu: 470.10 m n.m.
 Souřadnice JTSK: y -1156375.865
 x -600187.018
 Hloubeno dne: 27.3.2015 ve 14:00
 Hladina podzemní vody: nezastižena

Jednotlivé návrty nebo litologická rozhraní

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0.00	0.25	Hlína humózní - ornice, černošedá 3/1, deluviální, konzistence K2, zbytky kořínků a rostlin
0.25	0.40	Hlína humózní - ornice, tmavěšedá 4/1, deluviální, konzistence K2, větší množství jílových minerálů než v předchozí vrstvě
0.40	0.55	Sprašová hlína - světle hnědošedá 6/2, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.55	0.70	Sprašová hlína - šedá 6/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.70	0.90	Sprašová hlína - tmavě šedá 5/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.90	1.15	Jílovitá hnědozem - tmavě šedá 5/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.15	1.45	Jílovitá hnědozem - tmavě šedohnědá 4/2, geneze deluviální, konzistence K4, více organických složek
1.45	1.65	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.65	1.90	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.90	2.15	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.15	2.50	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.50	2.75	Jílovitá spraš - hnědá 5/3 10YR 3/1, konzistence K2, geneze eolická, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.75	2.95	Jílovitá spraš - hnědožlutá 6/6 10YR, konzistence K2, geneze eolická, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.95	3.10	Spraš - žlutohnědá 5/8 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsak uhličitánů CaCO ₃

Vrt ukončen ve 3.10 m.

Dokumentoval 27.3.2015 Dominik Blahut a Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.

Tab. 6 Vrtaná sonda S4 – makroskopický popis

Sonda číslo: **S4**
 Typ soupravy: S-200 DCP, G10
 Zpracoval: Dominik Blahut
 Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.
 Kóta terénu: 470.20 m n.m.
 Souřadnice JTSK: y -1156375.865
 x -600187.018
 Hloubeno dne: 27.3.2015 v 16:00
 Hladina podzemní vody: nezastižena

Jednotlivé návrty nebo litologická rozhraní

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0.00	0.25	Hlína humózní - ornice, černošedá 3/1, deluviální, konzistence K2, zbytky kořínků a rostlin
0.25	0.40	Hlína humózní - ornice, tmavěšedá 4/1, deluviální, konzistence K2, větší množství jílových minerálů než v předchozí vrstvě
0.40	0.55	Sprašová hlína - světle hnědošedá 6/2, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.55	0.70	Sprašová hlína - šedá 6/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.70	0.85	Sprašová hlína - tmavě šedá 5/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.85	1.15	Jílovitá hnědozem - tmavě šedá 5/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.15	1.45	Jílovitá hnědozem - tmavě šedohnědá 4/2, geneze deluviální, konzistence K4, více organických složek
1.45	1.60	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.60	1.90	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.90	2.15	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.15	2.55	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.55	2.75	Jílovitá spraš - hnědá 5/4 10YR, konzistence K2, geneze eolická, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.75	2.90	Jílovitá spraš - hnědá 5/3 10YR, konzistence K2, geneze eolická, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.90	3.15	Spraš - žlutohnědá 5/8 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsak uhličitánů CaCO ₃

Vrt ukončen ve 3.15 m.

Dokumentoval 27.3.2015 Dominik Blahut a Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.

Tab. 7 Vrtaná sonda S5 – makroskopický popis

Sonda číslo: **S5**
 Typ soupravy: S-200 DCP, G10
 Zpracoval: Dominik Blahut
 Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.
 Kóta terénu: 470.20 m n.m.
 Souřadnice JTSK: y -1156370.864
 x -600181.017
 Hloubeno dne: 28.3.2015 v 10:00
 Hladina podzemní vody: nezastižena

Jednotlivé návrtky nebo litologická rozhraní

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0.00	0.25	Hlína humózní - ornice, černošedá 3/1, deluviální, konzistence K2, zbytky kořínků a rostlin
0.25	0.50	Hlína humózní - ornice, šedohnědá 5/2, deluviální, konzistence K2, větší množství jílových minerálů než v předchozí vrstvě
0.50	0.70	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.70	0.90	Sprašová hlína - tmavě šedohnědá 4/2, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.90	1.10	Sprašová hlína - tmavě šedohnědá 4/2, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.10	1.35	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.35	1.60	Jílovitá hnědozem - černošedá 3/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.60	1.80	Jílovitá hnědozem - tmavě šedohnědá 3/2, geneze deluviální, konzistence K4, více organických složek
1.80	2.05	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.05	2.30	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.30	2.55	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.55	2.80	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.80	3.00	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
3.00	3.20	Spraš - žlutohnědá 5/8 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsak uhličitánů CaCO ₃

Vrt ukončen ve 3.20 m.

Dokumentoval 28.3.2015 Dominik Blahut a Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.

Tab. 8 Vrtaná sonda S6 – makroskopický popis

Sonda číslo: **S6**
 Typ soupravy: S-200 DCP, G10
 Zpracoval: Dominik Blahut
 Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.
 Kóta terénu: 470.30 m n.m.
 Souřadnice JTSK: y -1156366.864
 x -600175.016
 Hloubeno dne: 28.3.2015 ve 12:00
 Hladina podzemní vody: nezastižena

Jednotlivé návrty nebo litologická rozhraní

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0.00	0.25	Hlína humózní - ornice, černošedá 3/1, deluviální, konzistence K2, zbytky kořínků a rostlin
0.25	0.45	Hlína humózní - ornice, šedohnědá 5/2, deluviální, konzistence K2, větší množství jílových minerálů než v předchozí vrstvě
0.45	0.70	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
0.70	0.90	Sprašová hlína - olivově hnědá 4/4, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
0.90	1.15	Sprašová hlína - tmavě šedohnědá 3/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
1.15	1.35	Jílovitá hnědozem - černošedá 3/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.35	1.60	Jílovitá hnědozem - černošedá 3/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.60	1.80	Sprašová hlína - tmavě šedohnědá 3/2, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
1.80	2.00	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.00	2.30	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.30	2.55	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.55	2.75	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.75	2.95	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO_3
2.95	3.20	Spraš - žlutohnědá 5/8 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsak uhličitánů CaCO_3

Vrt ukončen ve 3.20 m.

Dokumentoval 28.3.2015 Dominik Blahut a Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.

Tab. 9 Vrtaná sonda S7 – makroskopický popis

Sonda číslo: **S7**
 Typ soupravy: S-200 DCP, G10
 Zpracoval: Dominik Blahut
 Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.
 Kóta terénu: 470.30 m n.m.
 Souřadnice JTSK: y -1156362.863
 x -600167.515
 Hloubeno dne: 28.3.2015 ve 14:00
 Hladina podzemní vody: nezastižena

Jednotlivé návrty nebo litologická rozhraní

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0.00	0.20	Hlína humózní - ornice, černošedá 3/1, deluviální, konzistence K2, zbytky kořínků a rostlin
0.20	0.45	Hlína humózní - ornice, tmavěšedá 4/1, deluviální, konzistence K2, větší množství jílových minerálů než v předchozí vrstvě
0.45	0.60	Hlína humózní - ornice, tmavě šedá 4/1, deluviální, konzistence K1, větší množství jílových minerálů
0.60	0.75	Sprašová hlína - šedá 6/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.75	0.95	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.95	1.20	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.20	1.40	Jílovitá hnědozem - tmavě šedá 5/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.40	1.65	Jílovitá hnědozem - tmavě šedohnědá 4/2, geneze deluviální, konzistence K4, více organických složek
1.65	1.95	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.95	2.15	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.15	2.40	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.40	2.70	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.70	3.00	Spraš - žlutohnědá 5/8 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsak uhličitánů CaCO ₃
3.00	3.30	Jílovitá spraš - hnědožlutá 6/6 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsak uhličitánů CaCO ₃ s kousky dioritu

Vrt ukončen ve 3.30 m.

Dokumentoval 28.3.2015 Dominik Blahut a Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.

Tab. 10 Vrtaná sonda S8 – makroskopický popis

Sonda číslo: **S8**
 Typ soupravy: S-200 DCP, G10
 Zpracoval: Dominik Blahut
 Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.
 Kóta terénu: 470.30 m n.m.
 Souřadnice JTSK: y -1156356.362
 x -600164.015
 Hloubeno dne: 28.3.2015 v 16:00
 Hladina podzemní vody: nezastižena

Jednotlivé návrty nebo litologická rozhraní

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0.00	0.25	Hlína humózní - ornice, černošedá 3/1, deluviální, konzistence K2, zbytky kořínků a rostlin
0.25	0.40	Hlína humózní - ornice, tmavěšedá 4/1, deluviální, konzistence K2, větší množství jílových minerálů než v předchozí vrstvě
0.40	0.60	Hlína humózní - ornice, tmavě šedá 4/1, deluviální, konzistence K1, větší množství jílových minerálů
0.60	0.75	Sprašová hlína - šedá 6/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.75	0.90	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
0.90	1.10	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K3, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.10	1.40	Jílovitá hnědozem - tmavě šedá 5/1, geneze deluviální, konzistence K4, vyšší přítomnost jílových minerálů
1.40	1.65	Jílovitá hnědozem - tmavě šedohnědá 4/2, geneze deluviální, konzistence K4, více organických složek
1.65	1.95	Sprašová hlína - tmavě šedá 4/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
1.95	2.15	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.15	2.40	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.40	2.75	Sprašová hlína - černošedá 3/1, konzistence K2, geneze deluviální, mírně reaguje s HCl, přítomnost uhličitánů CaCO ₃
2.75	2.95	Spraš - žlutohnědá 5/8 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsak uhličitánů CaCO ₃
2.95	3.25	Jílovitá spraš - žlutohnědá 5/8 10YR, konzistence K2, geneze eolická, bouřlivě reaguje s HCl, vyšší obsak uhličitánů CaCO ₃ s kousky dioritu

Vrt ukončen ve 3.25 m.

Dokumentoval 28.3.2015 Dominik Blahut a Mgr. Michaela Halavínová Ph.D.

4 ODVOZENÍ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI Z KŘIVKY ZRNITOSTI

Co se týče hydraulické vodivosti a granulometrického složení vzorku, existuje mezi nimi určitá souvislost. Obecně platí, že čím větší je velikost zrn a čím menší je její rozptyl, tím vyšší je hodnota hydraulické vodivosti.[2]

4.1 ZRNITOST

„Zrnitost neboli granulometrické složení udává podíl určitých velikostních skupin zrn na celkovém složení zeminy. Granulometrické složení zemin se znázorňuje graficky křivkou zrnitosti. Zrnitostní křivka se vynáší do souřadnicového systému, kde na vodorovné ose jsou v logaritmické stupnici průměry zrn, na svislé ose v lineární stupnici procentuální podíly vysušené zeminy. Průměry zrn se vynášejí v logaritmické stupnici proto, že menší zrna mají na vlastnosti zemin jako celku podstatně větší vliv než zrna velká.“ [1] Nejčastější metody pro zjištění granulometrického složení jsou síťový rozbor pro nesoudržné zeminy nebo areometrická zkouška pro zeminy soudržné. Ve velmi častých případech probíhá kombinace těchto dvou metod. Ačkoliv tvar zrn je různý, předpokládá se, že všechna zrna mají stejný průměr jako otvory v sítích. U areometrické zkoušky vyhodnocené na základě Stokesova zákona se předpokládá kulatý tvar zrn.[1]

4.2 SÍTOVÝ ROZBOR ZEMIN

Používá se při zjištění zrnitosti zeminy u nesoudržných materiálů. Provádí se pomocí prosévání přes sadu sít s vhodně zvolenými otvory.

Postup zkoušky

1. Podle typu zeminy si zvolíme vhodné množství navážky určené pro rozbor (písky – 100-500 g, šterky – 1-20 kg).
2. Poté následuje vysušení navážky při 105 °C do stálé hmotnosti.
3. Zváženou, předem proplavenou a vysušenou zeminu vsypeme na připravená síta.
4. Síta uzavřená víkem vložíme na 10 minut do vibračního přístroje.
5. Po vibrování se zvážení zjistí hmotnostní podíly jednotlivých frakcí na jednotlivých sítích.
6. Vypočítáme procentuální podíl zbytků zeminy na jednotlivých sítích z celkové navážky a vypočítané hodnoty zaznamenejme do příslušné tabulky.
7. Na závěr této zkoušky vykreslíme křivku zrnitosti.[1]

4.3 HYDRAULICKÁ VODIVOST

Hydraulická vodivost se používá k vyjádření schopnosti půdy vést vodu. Hodnota hydraulické vodivosti závisí na vlastnostech půdy a na vlastnostech proudící kapaliny. V případě stanovení této hodnoty jsou užívány různé postupy, které se dělí na metody přímé a metody nepřímé.[7]

Mezi přímé metody stanovení patří:

- polní zkoušky realizované na posuzované lokalitě různými typy čerpacích (případně vsakovacích) pokusů,
- metody laboratorní prováděné na odebraných vzorcích zeminy.

Mezi nepřímé metody stanovení patří:

- postupy používající empirické vztahy založené na vyhodnocení granulometrického složení určitého materiálu,
- způsoby vedoucí k získání globální hodnoty hydraulické vodivosti prostředí za pomoci analogie nebo matematických modelů.[7]

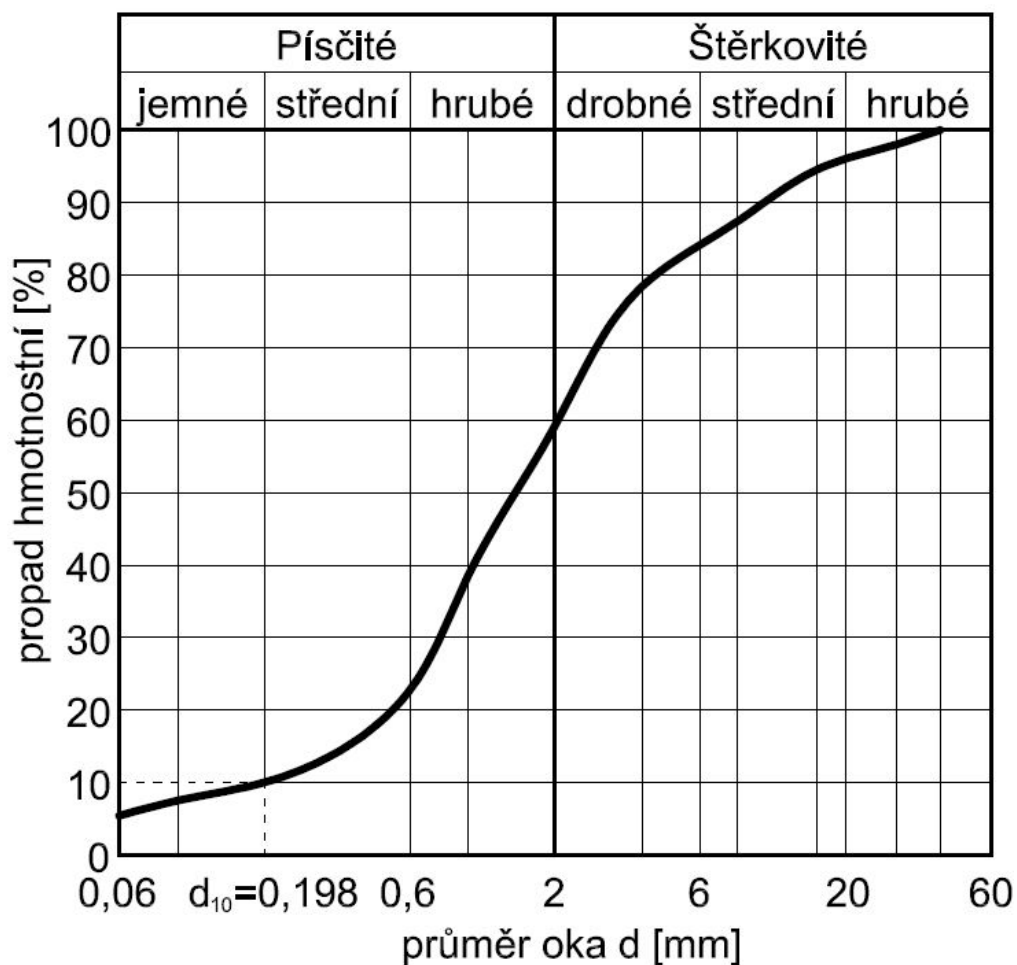
4.4 VLASTNÍ MĚŘENÍ A ODVOZENÍ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI

Z vrtané sondy S1 jsem odebral určité množství zeminy (z vývrtu odpovídající makroskopickým popisem sprašové hlíny) a to jsem použil na síťový rozbor zeminy. Síťový rozbor jsem provedl z důvodu určení zrnitosti zeminy, abych mohl pomocí vzorců odvodit hydraulickou vodivost. Ten jsem provedl v laboratoři podle již zmíněného postupu. Hmotnostní a procentuální podíl zeminy na jednotlivých sítích a propad těmito sítě je vyčíslen v následující tabulce (tab. 11).

Tab. 11 Hmotnostní a procentuální podíl zeminy na jednotlivých sítích

velikost ok	zůstalo na síti		propad sítím
[mm]	[g]	z [%]	[%]
32	9.8	1.99	98.01
16	17.2	3.49	94.52
8	35.4	7.19	87.33
4	43.7	8.87	78.46
2	94.5	19.19	59.27
1	102.3	20.77	38.50
0.5	77.4	15.72	22.78
0.2	62.7	12.73	10.05
0.1	12.4	2.52	7.53
0.06	10.3	2.09	5.44
0	26.8	5.44	0.00

Z této tabulky byla vynesena křivka zrnitosti (obr. 12), ze které pak lze odvodit potřebný průměr zrn při 10% propadu, který vyšel $d_{10} = 0,198$ mm.



Obr. 12 Křivka zrnitosti

Co se týče pórovitosti, kterou potřebuji do empirických vztahů pro výpočet hydraulické vodivosti, tak jsem odvodil z tabulky pro sprašovou hlínu číslo pórovitosti $e = 0,9$ a pórovitost pak vypočítal dle vzorce

$$n = \frac{e}{1+e} \cdot 100, \quad (4.1)$$

kde n ... pórovitost [%],

e ... číslo pórovitosti [-],

která vyšla 47,37 %.[10]

4.4.1 Hazenův vztah

Hazen v roce 1892 publikoval vztah, který se v současné době v literatuře vyskytuje ve dvou podobách. První vztah uvádí Kasenow a Odong

$$k = 4503 \cdot [1 + 10 \cdot (n - 0,26)] \cdot d_{10}^2, \quad (4.2)$$

kde k ... koeficient propustnosti [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

n ... pórovitost [%],

d_{10} ... účinný průměr zrn, tj. průměr zrn při 10% propadu [mm],

při kterém po dosazení vyšel koeficient propustnosti $k = 5,54 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Druhý vztah uvádí Vuković a Soro

$$k = 4640 \cdot [1 + 10 \cdot (n - 0,26)] \cdot d_{10}^2, \quad (4.3)$$

kde k ... koeficient propustnosti [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

n ... pórovitost [%],

d_{10} ... účinný průměr zrn, tj. průměr zrn při 10% propadu [m],

při kterém po dosazení vyšel koeficient propustnosti $k = 5,71 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. [7]

4.4.2 Slichterův vztah

Slichterova rovnice nezahrnuje nestejnorodost mechanického složení pórovitého prostředí. Vuković a Soro uvádějí vztah ve tvaru

$$k = \frac{0,098}{\nu} \cdot n^{3,287} \cdot d_{10}^2, \quad (4.4)$$

kde k ... koeficient propustnosti [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

ν ... kinematická viskozita $1,307 \cdot 10^{-6}$ [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$],

n ... pórovitost [%],

d_{10} ... účinný průměr zrn, tj. průměr zrn při 10% propadu [m],

po kterém po dosazení veličin vyšel koeficient propustnosti $k = 2,52 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. [7]

4.4.3 Terzaghiho vztah

Terzaghiho vztah se nejčastěji používá při hodnocení hrubozrnných písků a má následující tvar (uvádí Vuković a Soro)

$$k = \frac{g}{\nu} \cdot C_T \cdot \left(\frac{n - 0,13}{\sqrt[3]{1 - n}} \right)^2 \cdot d_{10}^2, \quad (4.5)$$

kde k ... koeficient propustnosti [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

g ... gravitační zrychlení $9,81$ [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$],

ν ... kinematická viskozita $1,307 \cdot 10^{-6}$ [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$],

C_T ... $6,1 \cdot 10^{-3}$ pro drsná zrna [-],

n ... pórovitost [%],

d_{10} ... účinný průměr zrn, tj. průměr zrn při 10% propadu [m],

po kterém po dosazení veličin vyšel koeficient propustnosti $k = 3,25 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. [7]

4.5 SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ

Hazenův vztah (1) $k = 5,54 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Hazenův vztah (2) $k = 5,71 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Slichterův vztah $k = 2,52 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Terzaghiho vztah $k = 3,25 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Vsakovací zkouška $k = 5 \cdot 10^{-4}$ až $1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

5 JEDNODUCHÁ VSAKOVACÍ ZKOUŠKA

5.1 DRUH ZEMINY

Rozdělení zeminy na různé druhy není vůbec jednoduchý úkol a jejich paušální rozdělení je téměř nemožné. Časté střídání přírodních a umělých druhů zeminy, jako je například navážka nebo násyp, vede ke vzniku rozdílů v druhu zeminy. Druh zeminy je důležitý faktor při určování propustnosti zeminy. Pro zjednodušení jsou pro výpočet vsakování dány základní druhy zeminy:

- písčité až hlinitopísčité,
- písčitohlinité až hlinité,
- jílovitohlinité až hlinitojílovité,
- jílovité.[15]

5.2 VLASTNÍ ZKOUŠKA

Zkoušku jsem prováděl pouze pro orientační stanovení druhu zeminy a koeficientu propustnosti, tím pádem výsledným hodnotám nebudu věnovat značnou pozornost. Na začátku samotného měření jsem si určil místo konání zkoušky a vyznačil jsem si místo pro čtvercový výkop o rozměrech 50x50 cm. Nejprve jsem zcela odstranil travní porost na vyznačené ploše a poté jsem vykopal výkop hloubky 30 cm. Dno výkopu jsem zarovnal do roviny a dále ještě vyrovnal asi dvoucentimetrovou vrstvou šterku o frakci přibližně 4-8 mm. Takto připravený výkop jsem pár minut zavlažoval vodou tak, aby půda byla dostatečně vlhká. Abych zajistil vsak vody pouze dnem a tím zpřesnil měření, tak jsem hrany výkopu opatřil nepropustnou termoplastickou deskou. Tímto byly všechny přípravné práce u konce a mohla začít vlastní zkouška. Výkop jsem naplnil vodou do výšky 30 cm a sledoval jsem čas vsakování vody (obr. 13). Vodu jsem si zajistil pitnou z vodovodního řádu a na místo zkoušky jsem ji přepravil ve dvou 50 l barelech. Množství vody nalité do výkopu bylo asi 75 l. Po 30 minutách jsem pomocí dřevěného skládacího metru odečetl výšku hladiny nevsáklé vody ve výkopu. Při prvním měření byl zjištěn pokles hladiny po 30 minutách o 26 cm (obr. 14). Pro zajištění věrohodnějších výsledků je třeba zkoušku minimálně jednou opakovat a následně vypočítat průměrnou hodnotu. Při druhém měření pokles hladiny nebyl tak markantní, byl pouze 21 cm (obr. 14). Průměrná hodnota z obou měření je 23,5 cm, což odpovídá vysoké vsakovací schopnosti zeminy. Druhem zeminy podle této vsakovací zkoušky byla stanovena zemina písčité – hlinitopísčité a koeficient propustnosti se pohybuje kolem $5 \cdot 10^{-4}$ až $1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. [15]



Obr. 13 Vsakovací zkouška



Obr. 14 Odečtení hloubky vsakování

6 ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na posouzení geotechnických a hydrogeologických charakteristik zemin ve vybrané lokalitě. Nejprve byla provedena rešeršní část popisu území, kde byly popsány veškeré dohledané informace o území. Dále se pak provedl geotechnický průzkum pro určení makroskopického popisu jednotlivých vrstev. Poté se odebral vzorek odpovídající sprašové hlíně, ze kterého se provedl síťový rozbor zeminy v laboratoři, a byla vynesena křivka zrnitosti. Z té se mohla pomocí empirických vzorců vypočítat hydraulická vodivost, která následně byla ověřena jednoduchou vsakovací zkouškou.

V rámci geotechnického průzkumu bylo v terénu provedeno osm vrtaných sond. Skladba zeminy byla totožná téměř ve všech sondách. Do hloubky 0,5 m se jednalo o humózní hlínu, do hloubky 1,2 m to byla sprašová hlína, do hloubky 1,8 m se vyskytovala jílovitá hnědozem, poté následovala opět sprašová hlína a přes 3 m hloubky byla spraš.

Hydraulická vodivost odvozena z empirických vzorců byla počítána dle jednotlivých autorů. Do každého vzorce byly dosazovány stejné veličiny, ať už průměr zrn při 10% propadu, tak i pórovitost a kinematická viskozita, tudíž výsledky koeficientu propustnosti se lišily pouze v přesnosti určitých autorů. Nejmenší hodnotu koeficientu propustnosti měl Slichterův vztah, zatímco největší hodnotu udával Hazenův druhý vztah.

Jednoduchá vsakovací zkouška se prováděla pouze orientačně pro ověření již vypočtené hydraulické vodivosti. Koeficient propustnosti se přibližně shodoval s vypočtenými výsledky, odchylka byla způsobena nepřesnostmi měření.

Ve skutečnosti by koeficienty propustnosti sprašové hlíny měli vycházet mnohem menší, než jsou vypočteny v této práci. Důsledek tohoto jsou chyby při měření a pouze orientační odvození pomocí vzorců.

Ohledně vhodnosti na založení stavby obecně u spraše platí, že suchá spraš je velmi dobrá, má dobré vlastnosti. Jakmile přijde do styku s vodou, kolapsuje a stává se technologicky nezvládnutelnou, a tím pádem se spraš stává podmíněně vhodnou. Ostatní mnou zjištěné zeminy bývají pro zakládání vhodnější než spraš. A proto dané území je vhodné na založení stavby, i z tohoto důvodu v blízkém okolí bylo v nedávné době vybudováno několik center a komplexů.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] WEIGLOVÁ, Kamila. *Mechanika zemin*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 186 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 978-80-7204-507-5.
- [2] ZÁRUBA, Quido a Vojtěch MENCL. *Inženýrská geologie: celostátní vysokoškolská učebnice*. 2., doplněné vydání. Praha: ČSAV, 1957, 486, [1] s.
- [3] ŠRÁČEK, Ondřej a Tomáš KUCHOVSKÝ. 2003. *Základy hydrogeologie*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 177 s., [9] s. slovníček. ISBN 80-210-3146-8.
- [4] *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/>.
- [5] POSPÍŠIL, Pavel. *Geologie: Základy všeobecné a inženýrské geologie a hydrogeologie* [online]. 2004 [cit. 2015-05-16].
- [6] POSPÍŠIL, Pavel. *Geologie: Základy regionální geologie České republiky* [online]. 2004 [cit. 2015-05-16].
- [7] *Užití metod vsakování a jejich vyhodnocování v návaznosti na porovnávání výsledků s laboratorními zkouškami na různých typech zemin a model pro návrh vsakovacích jímek: Ověření empirických vztahů pro výpočet hydraulické vodivosti* [online]. Brno, 2014 [cit. 2015-05-16].
- [8] HORÁK, Vladislav. *Výuka v terénu: Geotechnický průzkum* [online]. Brno, 2009 [cit. 2015-05-16].
- [9] MÜLLER, Pavel a Zdeněk NOVÁK. *Geologie Brna a okolí*. 1. vyd. Praha: Český geologický ústav, 2000, 90 s., [12] s. obr. příl. ISBN 80-7075-416-8.
- [10] DAS, Braja M. *Principles of foundation engineering, SI*. 7th ed. Stamford: Cengage Learning, c2011, xix, 794 s. ISBN 978-0-495-66812-1.
- [11] *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://chmu.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P1_0_Home
- [12] *Základní mapy ČR* [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [13] Geomorfologické členění Česka. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Geomorfologick%C3%A9_%C4%8Dlen%C4%Bn%C3%AD_%C4%8Ceska

- [14] *AdMaS* [online]. 2014 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.admas.eu/>
- [15] *Jednoduchá vsakovací zkouška* [online]. 2000 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.glynwed.cz/filemanager/files/file.php?file=2888>

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vrtná prozkoumanost	10
Tab. 2 Konzistence zemin	24
Tab. 3 Vrtaná sonda S1 – makroskopický popis	24
Tab. 4 Vrtaná sonda S2 – makroskopický popis	26
Tab. 5 Vrtaná sonda S3 – makroskopický popis	27
Tab. 6 Vrtaná sonda S4 – makroskopický popis	28
Tab. 7 Vrtaná sonda S5 – makroskopický popis	29
Tab. 8 Vrtaná sonda S6 – makroskopický popis	30
Tab. 9 Vrtaná sonda S7 – makroskopický popis	31
Tab. 10 Vrtaná sonda S8 – makroskopický popis	32
Tab. 11 Hmotnostní a procentuální podíl na jednotlivých sítích	35

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vrtná prozkoumanost 1:5000	11
Obr. 2 Geografická mapa 1:50 000	12
Obr. 3 Geologická mapa 1:50 000.....	14
Obr. 4 Legenda ke geologické mapě	15
Obr. 5 Brněnský masív a přilehlé jednotky	16
Obr. 6 Vrtná souprava G10 – spirálový vrták	19
Obr. 7 Vrtná souprava G10 –vratidlo	20
Obr. 8 Ruční vrtná souprava S-200 DCP s vrtnou lžicovou komorou	21
Obr. 9 Stratigrafický sloupec.....	22
Obr. 10 Poloporušené vzorky v nepropustných sáčcích.....	23
Obr. 11 Vzorkovník pro určování barvy zeminy.....	23
Obr. 12 Křivka zrnitosti.....	35
Obr. 13 Vsakovací zkouška	39
Obr. 14 Odečtení hloubky vsakování	39

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Hl.	...	hloubka	[m]
č.	...	číslo posudku	[-]
ČGS	...	Česká geologická služba	[-]
GF	...	geologický profil	[-]
S	...	vtraná sonda	[-]
km	...	kilometr	[km]
m	...	metr	[m]
m n.m.	...	metrů nad mořem	[m n.m.]
G10	...	typ vrtné soupravy	[-]
S-200 DCP	...	typ vrtné soupravy	[-]
USA	...	Spojené státy americké	[-]
°C	...	stupeň Celsia	[°C]
x, y	...	souřadnice	[-]
GPS	...	Global Positioning System	[-]
JTSK	...	jednotná trigonometrická síť katastrální	[-]
AdMaS	...	Advanced Materials, Structures and Technologies	[-]
Q _h	...	deluviofluviální sedimenty	[-]
^d Q	...	deluviální sedimenty	[-]
PC1	...	půdní horizont 1	[-]
^e Q _p ³	...	spraš (Würm)	[-]
PC2	...	půdní horizont 2	[-]
^e Q _p ²	...	spraš (Riss)	[-]
PC3	...	půdní horizont 3	[-]
jNb ¹	...	vápnité mořské půdy	[-]
pNb ¹	...	bazální a marginální písky	[-]
pD	...	bazální klastické sedimenty	[-]
^m β _{bm}	...	metabazalty	[-]

$^m\rho_{bm}$...	kyselé metavulkanity	[-]
CaCO_3	...	uhličitan vápenatý	[-]
HCl	...	kyselina chlorovodíková	[-]
g	...	gram	[g]
kg	...	kilogram	[kg]
mm	...	milimetr	[mm]
%	...	procento	[%]
n	...	pórovitost	[%]
k	...	koeficient propustnosti	[m·s ⁻¹]
d ₁₀	...	průměr zrn při 10% propadu	[mm]
v	...	kinematická viskozita	[m ² ·s ⁻¹]
g	...	gravitační zrychlení	[m·s ⁻²]
C _T	...	koeficient pro drsná zrna	[-]
cm	...	centimetr	[cm]
l	...	litr	[l]
Ø	...	průměr	[mm]